

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
in this Office.

願 年 月 日  
Date of Application: 1998年 2月26日

願 番 号  
Application Number: 平成10年特許願第044983号

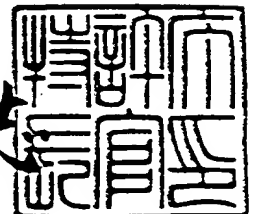
願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社



1999年 1月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平10-3107348

整理番号 = 2931090128 特願平10-044983

(1)

【書類名】 特許願

【整理番号】 2931090128

【提出日】 平成10年2月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 27/32

【発明の名称】 変調方式とそれを用いた無線通信システム

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下  
技研株式会社内

【氏名】 村上 豊

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下  
技研株式会社内

【氏名】 折橋 雅之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下  
技研株式会社内

【氏名】 松岡 昭彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下  
技研株式会社内

【氏名】 佐川 守一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078204

【弁理士】

【氏名又は名称】 滝本 智之

【選任した代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21000

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702380

【書類名】 明細書

【発明の名称】 変調方式とそれを用いた無線通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無線通信に用いられ、8 値以上の多値変調方式の中に、定期的に位相変調 (P S K : Phase Shift Keying) 方式を挿入し、前記 P S K 変調方式のシンボル間では差動符号化することを特徴とする変調方式。

【請求項 2】 8 値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を、直前の P S K 変調方式のシンボルの信号点位置を基準に配置することを特徴とする請求項 1 に記載の変調方式。

【請求項 3】 8 値以上の多値変調方式が、8 値以上の多値直交振幅変調 (Q A M : Quadrature Amplitude Modulation) 方式であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の変調方式。

【請求項 4】 8 値以上の多値 Q A M 方式が、1 6 Q A M 方式であることを特徴とする請求項 3 記載の変調方式。

【請求項 5】 8 値以上の多値 Q A M 方式が、信号点を同相-直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 8 値以上の多値 Q A M 方式であることを特徴とする請求項 3 記載の変調方式。

【請求項 6】 1 6 Q A M 方式が、信号点を同相-直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 1 6 Q A M 方式であることを特徴とする請求項 4 記載の変調方式。

【請求項 7】 P S K 変調方式が、直交位相変調 (Q P S K : Quadrature Phase Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の変調方式。

【請求項 8】 Q P S K 変調方式が、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ Q P S K 変調方式であることを特徴とする請求項 7 に記載の変調方式。

【請求項 9】 請求項 1 から 8 のいずれかに記載の変調方式を用いた無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、無線通信に用いられるディジタル変調方式と、それを用いた無線通信システムに関する。

【0002】

## 【従来の技術】

従来、ディジタル移動無線通信方式において準同期検波を行う際のパイロットシンボルに関する方法として、特開平9-93302号公報に記載されているものが知られている。図26が従来の伝送される信号のフレームの構成を示しており、図26において、1フレームはN個のシンボルから構成されており、フレームの先頭に既知データからなるパイロットシンボルが2つ挿入されており、その後(N-2)個の情報シンボルが続いており、伝送される信号では、これが各フレーム毎に繰り返される。

【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の方法はパイロットシンボルは既知のデータであるため、データ伝送量が低下するという欠点がある。

【0004】

本発明は、8値以上の多値変調方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、PSK変調シンボルを用いてデータを伝送すると同時にパイロットシンボルとしての役割を持たせることによりデータ伝送量の低下を抑えることを目的とする。

【0005】

## 【課題を解決するための手段】

この問題を解決するために本発明は、8値以上の多値変調方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、PSK変調方式のシンボル間では差動符号化して、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、準同期検波を行う。

【0006】

これにより、P S K変調方式によってデータが伝送されるため、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることが可能となるという効果が得られる。

【0007】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1に記載の発明は、無線通信に用いられ、8値以上の多値変調方式の中に、定期的にP S K変調方式を挿入し、前記P S K変調方式のシンボル間では差動符号化することを特徴とする変調方式としたものであり、P S K変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0008】

請求項2に記載の発明は、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を、直前のP S K変調方式のシンボルの信号点位置を基準に配置することを特徴とする請求項1に記載の変調方式としたものであり、P S K変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0009】

請求項3に記載の発明は、8値以上の多値変調方式が、8値以上の多値Q A M方式であることを特徴とする請求項1または2に記載の変調方式としたものであり、P S K変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

。

## 【0010】

請求項4に記載の発明は、8値以上の多値QAM方式が、16QAM方式であることを特徴とする請求項3記載の変調方式としたものであり、PSK変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

## 【0011】

請求項5に記載の発明は、8値以上の多値QAM方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値QAM方式であることを特徴とする請求項3記載の変調方式としたものであり、PSK変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

## 【0012】

請求項6に記載の発明は、16QAM方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16QAM方式であることを特徴とする請求項4記載の変調方式としたものであり、PSK変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

## 【0013】

請求項7に記載の発明は、PSK変調方式が、QPSK変調方式であることを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載の変調方式としたものであり、PSK変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と

比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0014】

請求項8に記載の発明は、QPSK変調方式が、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつQPSK変調方式であることを特徴とする請求項7に記載の変調方式としたものであり、PSK変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0015】

請求項9に記載の発明は、請求項1から8のいずれかに記載の変調方式を用いた無線通信システムとしたものであり、PSK変調方式において、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えた無線通信システムを構築できるという作用を有する。

【0016】

以下、本発明の実施の形態について図1から図24を用いて説明する。

(実施の形態1)

図1は、本実施の形態における無線通信システムの構成概念図である。図1において、10は送信機であり、11は送信ディジタル信号、12は直交ベースバンド変調部で、送信ディジタル信号11を入力して送信直交ベースバンド信号の同相成分13と直交成分14を出力し、この同相成分13と直交成分14を送信無線部15で送信信号16に変換し、アンテナ17から送信する。20は受信機であり、21はアンテナ、22は受信無線部で、アンテナで受信した信号を入力して受信直交ベースバンド信号の同相成分23と直交成分24を出力する。25は振幅歪み量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、振幅歪み量を推定し、振幅歪み量推定信号27を出力する。26は周波数オフセット量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、周波数オフセット量を推定し、周



波数オフセット量推定信号 2 8 を出力する。2 9 は準同期検波部で、同相成分 2 3 と直交成分 2 4、及び振幅歪み量推定信号 2 7 と周波数オフセット量推定信号 2 8 を入力して、準同期検波を行い、受信デジタル信号を出力する。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、8 値以上の多値変調方式の一例である 8 相 P S K 変調方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置を示し、図 2 において、1 0 1 は 8 相 P S K 変調方式の信号点である。図 3 は、P S K 変調方式の一例である二値位相変調 (B P S K : Binary Phase Shift Keying) 方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置を示し、図 3 において、2 0 1 は B P S K 変調方式の信号点である。図 4 は、8 相 P S K 変調シンボルと B P S K 変調シンボルの N シンボル内の構成の一例を示している。そして、図 5 は、差動符号化した際の B P S K 変調方式の信号点の情報系列配置の一例を示している。図 6 (a) および (b) は直前の B P S K 変調シンボルの信号点と 8 相 P S K 変調方式の信号点の情報系列の関係の一例であり、図 6 において、5 0 1 は B P S K 変調方式の信号点、5 0 2 は 8 相 P S K 変調方式の信号点である。

【 0 0 1 8 】

図 1 ~ 図 6 を用いて、8 値以上の多値変調方式の中に、定期的に P S K 変調方式を挿入する変調方式において、P S K 変調シンボル間では差動符号化し、8 値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前の P S K 変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、同相 I - 直交 Q 平面における 8 相 P S K 変調方式の信号点 1 0 1 の配置を示しており、信号点 1 0 1 の配置位置は (数 1) で表される。ただし、8 相 P S K 変調方式の信号点 1 0 1 は  $(I_{8PSK}, Q_{8PSK})$  で表し、k は整数、および p は定数とする。

【 0 0 2 0 】

【数1】

$$I_{\text{BPSK}} = p \cos\left(\frac{k\pi}{4}\right)$$

$$Q_{\text{BPSK}} = p \sin\left(\frac{k\pi}{4}\right)$$

【0021】

図3は、同相I-直交Q平面におけるBPSK変調方式の信号点201の配置を示しており、信号点201の配置位置は(数2)で表される。ただし、BPSK変調方式の信号点201は $(I_{\text{BPSK}}, Q_{\text{BPSK}})$ で表し、 $k$ は整数、および $r$ は定数とする。

【0022】

【数2】

$$I_{\text{BPSK}} = q \cos(k\pi)$$

$$Q_{\text{BPSK}} = q \sin(k\pi)$$

【0023】

図4は、 $N$ シンボル内における8相PSK変調シンボルとBPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、 $i$ 番目のBPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、 $i+N$ 番目のBPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、 $x-y$ 平面における $i+N$ 番目の位相 $\theta_{i+N}$ を(数3)

【0024】

【数3】

$$\theta_{i+N} = \phi_{i+N} - \phi_i \pmod{2\pi}$$

【0025】

とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図5のように定めることができる。

図6は、直前のBPSK変調シンボルの信号点501と8相PSK変調方式の信号点502の情報系列の関係の一例を示したものである。 $i$ 番目のBPSK変調シンボルの信号点501と $i+1$ から $i+N-1$ 番目の8相PSK変調シンボ

ルの信号点502の情報系列は、図6(a)または(b)のように、直前のBPSK変調シンボルの信号点によって8相PSK変調シンボルの信号点の情報系列が定まる。

#### 【0026】

このように、8相PSK変調方式ではデータを伝送し、BPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の8相PSK変調シンボルとBPSK変調シンボルの構成は、図4に限ったものではない。また、8値以上の多値変調方式の例として8相PSK変調方式で説明したが、8値以上の多値変調方式はこれに限ったものではなく、PSK変調方式の例としてBPSK変調方式で説明したが、PSK変調方式はこれに限ったものではない。

#### 【0027】

以上のように本実施の形態によれば、8値以上の多値変調方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、PSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、PSK変調方式では、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0028】

なお、本実施の形態では、PSK変調シンボル間で差動符号化し、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、PSK変調シンボル間で差動符号化したPSK変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

#### 【0029】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

## 【0030】

## (実施の形態2)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

## 【0031】

図7は、8値以上の多値QAM方式の一例である $2^{2m}$ 値QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図7において、601は $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点である。また、PSK変調方式の一例であるBPSK変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。図8は16QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図8において、701は16QAM方式の信号点である。図9は、16QAMシンボルとBPSK変調シンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。差動符号化した際のBPSK変調方式の信号点の情報系列配置の一例は実施の形態1の図5と同様である。図10(a)および(b)は直前のBPSK変調シンボルの信号点と16QAM方式の信号点の情報系列の関係の一例であり、図10において、901はBPSK変調方式の信号点、902は16QAM方式の信号点である。

## 【0032】

図1、図3、図5、図7～図10を用いて、8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入する変調方式において、PSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは16QAM方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入する変調方式において、PSK変調シンボル間では差動符号化し、16QAM方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

## 【0033】

図7は、同相I-直交Q平面における $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点601の配置を示しており、信号点601の配置位置は(数4)で表される。ただし、 $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点401は $(I_{QAM}, Q_{QAM})$ で表し、 $m$ は整数、 $(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_m, b_m)$ は1, -1のバイナリ符号、 $r$ は定数と

する。

【0034】

【数4】

$$\begin{aligned} I_{QAM} &= r(2^{m-1}a_1 + 2^{m-2}a_2 + \cdots + 2^0a_m) \\ Q_{QAM} &= r(2^{m-1}b_1 + 2^{m-2}b_2 + \cdots + 2^0b_m) \end{aligned}$$

【0035】

図8は、同相I-直交Q平面における16QAM方式の信号点701の配置を示しており、信号点701の配置位置は(数5)で表される。ただし、16QAM方式の信号点701は $(I_{16QAM}, Q_{16QAM})$ で表し、 $(a_1, b_1), (a_2, b_2)$ は1, -1のバイナリ符号、sは定数とする。

【0036】

【数5】

$$\begin{aligned} I_{16QAM} &= s(2^1a_1 + 2^0a_2) \\ Q_{16QAM} &= s(2^1b_1 + 2^0b_2) \end{aligned}$$

【0037】

また、BPSK変調方式の信号点配置は図3に示したもので、実施の形態1の説明と同様である。

【0038】

図9は、Nシンボル内における16QAMシンボルとBPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、i番目のBPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、i+N番目のBPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、x-y平面におけるi+N番目の位相 $\theta_{i+N}$ を(数3)とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図5のように定めることができる。

【0039】

図10は、直前のBPSK変調シンボルの信号点901と16QAM方式の信号点902の情報系列の関係の一例を示したものである。i番目のBPSK変調

シンボルの信号点901と $i+1$ から $i+N-1$ 番目の16QAMシンボルの信号点902の情報系列は、図10(a)または図10(b)の2通りで表される。

#### 【0040】

このように、16QAM方式ではデータ伝送し、BPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の16QAMシンボルとBPSK変調シンボルの構成は、図9に限ったものではない。また、16QAM方式を例に説明したが、 $2^m$ 値QAM方式についても同様で、このとき8値以上の多値QAM方式は $2^m$ 値QAM方式に限ったものではない。そして、PSK変調方式の例としてBPSK変調方式で説明したが、PSK変調方式はこれに限ったものではない。

#### 【0041】

以上のように本実施の形態によれば、8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、PSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは16QAM方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、PSK変調シンボル間では差動符号化し、16QAM方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、PSK変調方式では、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0042】

なお、本実施の形態では、PSK変調シンボル間で差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式、あるいは16QAM方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、いずれもPS

K変調シンボル間では差動符号化したP S K変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

【0043】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0044】

(実施の形態3)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0045】

図11は、同相I-直交Q平面において8値以上の多値QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値QAM方式の一例である同相I-直交Q平面において $2^{2^m}$ 値QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図11において、1001は前記 $2^{2^m}$ 値QAM方式の信号点である。また、P S K変調方式の一例であるB P S K変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。図12は、同相I-直交Q平面において16QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた16QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図12において1101は前記16QAM方式の信号点である。前記16QAMシンボルとB P S K変調シンボルのNシンボル内の構成は、実施の形態2の図9と同様である。差動符号化した際のB P S K変調方式の信号点の情報系列配置の一例は実施の形態1の図5と同様である。図13(a)および(b)は直前のB P S K変調シンボルの信号点と前記16QAM方式の信号点の情報系列の関係の一例であり、図13において、1201はB P S K変調方式の信号点、1202は前記16QAM方式の信号点である。

【0046】

図1、図3、図5、図9、図11～13を用いて、前記8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にP S K変調方式を挿入する変調方式において、P S K変調シンボル間では差動符号化し、前記8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系

列を直前のP S K変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは前記16QAM方式の中に、定期的にP S K変調方式を挿入する変調方式において、P S K変調シンボル間では差動符号化し、前記16QAM方式の信号点の情報系列を直前のP S K変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

【0047】

図11は、同相I-直交Q平面における前記 $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点1001の配置を示しており、信号点1001の配置位置は(数6)で表される。ただし、前記 $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点1001は $(I_{QAMR}, Q_{QAMR})$ で表し、 $(I_{QAM}, Q_{QAM})$ は(数4)で表され、 $n$ は整数とする。

【0048】

【数6】

$$\begin{aligned} I_{QAMR} &= I_{QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \\ Q_{QAMR} &= I_{QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

【0049】

図12は、同相I-直交Q平面における前記16QAM方式の信号点1101の配置を示しており、信号点1101の配置位置は(数7)で表される。ただし、前記16QAM方式の信号点1101は $(I_{16QAMR}, Q_{16QAMR})$ で表し、 $(I_{16QAM}, Q_{16QAM})$ は(数5)で表され、 $n$ は整数とする。

【0050】

【数7】

$$\begin{aligned} I_{16QAMR} &= I_{16QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{16QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \\ Q_{16QAMR} &= I_{16QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{16QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

【0051】

また、BPSK変調方式の信号点配置は図3に示したもので、実施の形態1の説明と同様である。

【0052】



図9は、Nシンボル内における前記16QAMシンボルとBPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、i番目のBPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、i+N番目のBPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、x-y平面におけるi+N番目の位相 $\theta_{i+N}$ を(数3)とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図5のように定めることができる。

【0053】

図13は、直前のBPSK変調シンボルの信号点1201と前記16QAM方式の信号点1202の情報系列の関係の一例を示したものである。i番目のBPSK変調シンボルの信号点1201とi+1からi+N-1番目の前記16QAMシンボルの信号点1202の情報系列は、図13(a)または図13(b)の2通りで表される。

【0054】

このように、前記16QAM方式ではデータ伝送し、BPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の前記16QAMシンボルとBPSK変調シンボルの構成は、図9に限ったものではない。また、前記16QAM方式を例に説明したが、前記 $2^m$ 値QAM方式についても同様で、このとき前記8値以上の多値QAM方式は前記 $2^m$ 値QAM方式に限ったものではない。そして、PSK変調方式の例としてBPSK変調方式で説明したが、PSK変調方式はこれに限ったものではない。

【0055】

以上のように本実施の形態によれば、前記8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、PSK変調シンボル間では差動符号化し、前記8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは前記16QAM方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、PSK変調シンボル間では差動符号化し、前記16QAM方式の信号点の情報系列を直前のPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、PSK変調方式では、データを伝送すると同時に復

調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

## 【0056】

なお、本実施の形態では、P S K変調シンボル間では差動符号化し、前記8値以上の多値Q A M方式の信号点の情報系列を直前のP S K変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式、あるいは前記16 Q A M方式の信号点の情報系列を直前のP S K変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、いずれもP S K変調シンボル間で差動符号化したP S K変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

## 【0057】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

## 【0058】

## (実施の形態4)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

## 【0059】

8値以上の多値変調方式の一例である8相P S K変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図2と同様である。図14は、同相I-直交Q平面におけるQ P S K変調方式の信号点配置を示し、図14において1301はQ P S K変調方式の信号点である。図15は、8相P S K変調シンボルとQ P S K変調シンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。図16は、差動符号化した際Q P S K変調方式の信号点の情報系列配置の一例を示している。図17(a)、(b)、(c)および(d)は直前のQ P S K変調シンボルの信号点と8相P S K変調方式の信号点の情報系列の関係の一例であり、図17において、1601はQ P S K変調方式の信号点、1602は8相P S K変調方式の信号点である。

【0060】

図1、図2、図14～図17を用いて、8値以上の多値変調方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入する変調方式において、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

【0061】

8相PSK変調方式の信号点配置は図2に示したとおりで、実施の形態1と同様である。

【0062】

図14は、同相I-直交Q平面におけるQPSK変調方式の信号点1301の配置を示しており、信号点1301の配置位置は、(数8)で表される。ただし、QPSK変調方式の信号点1301は $(I_{QPSK}, Q_{QPSK})$ で表し、 $k$ は整数、および $u$ は定数とする。

【0063】

【数8】

$$I_{QPSK} = u \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right\}$$
$$Q_{QPSK} = u \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right\}$$

【0064】

図15は、 $N$ シンボル内における8相PSK変調シンボルとQPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、 $i$ 番目のQPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、 $i+N$ 番目のQPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、 $x-y$ 平面における $i+N$ 番目の位相 $\theta_{i+N}$ を(数3)とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図16のように定めることができる。

【0065】

図17は、直前のQPSK変調シンボルの信号点1601と8相PSK変調方式の信号点1602の情報系列の関係の一例を示したものである。 $i$ 番目のQPSK変調シンボルの信号点1601と $i+1$ から $i+N-1$ 番目の8相PSK変

調シンボルの信号点1602の情報系列は、図17(a)、(b)、(c)または(d)のように、直前のQPSK変調シンボルの信号点によって8相PSK変調シンボルの信号点の情報系列が定まる。

#### 【0066】

このように、8相PSK変調方式ではデータを伝送し、QPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の8相PSK変調シンボルとQPSK変調シンボルの構成は、図15に限ったものではない。また、8値以上の多値変調方式の例として8相PSK変調方式で説明したが、8値以上の多値変調方式はこれに限ったものではない。

#### 【0067】

以上のように本実施の形態によれば、8値以上の多値変調方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入し、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、QPSK変調方式では、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0068】

なお、本実施の形態では、QPSK変調シンボル間で差動符号化し、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、QPSK変調シンボル間で差動符号化したQPSK変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

#### 【0069】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

#### 【0070】

(実施の形態5)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

#### 【0071】

8値以上の多値QAM方式の一例である $2^{2m}$ 値QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態2の図7と同様である。また、QPSK変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態4の図14と同様である。16QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態2の図8と同様である。図18は、16QAMシンボルとQPSK変調シンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。差動符号化した際のQPSK変調方式の信号点の情報系列配置の一例は、実施の形態4の図16と同様である。図19(a)、(b)、(c)および(d)は直前のQPSK変調シンボルの信号点と16QAMの信号点の情報系列の関係の一例であり、図19において、1801はQPSK変調方式の信号点、1802は16QAM方式の信号点である。

#### 【0072】

図1、図7、図8、図14、図16、図18、図19を用いて、8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入する変調方式において、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは16QAM方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入する変調方式において、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、16QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

#### 【0073】

$2^{2m}$ 値QAM方式の信号点配置は図7に示したとおりで、実施の形態2の説明と同様である。16QAM方式の信号点配置は図8に示したとおりで、実施の形態2の説明と同様である。そして、QPSK変調方式の信号点配置は図14に示したとおりで、実施の形態4の説明と同様である。

#### 【0074】

図18は、Nシンボル内における16QAMシンボルとQPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、 $i$ 番目のQPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、 $i+N$ 番目のQPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、 $x-y$ 平面における $i+N$ 番目の位相 $\theta_{i+N}$ を(数3)とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図16のように定めることができる。

【0075】

図19は、直前のQPSK変調シンボルの信号点1801と16QAM方式の信号点1802の情報系列の関係の一例を示したものである。 $i$ 番目のQPSK変調シンボルの信号点1801と $i+1$ から $i+N-1$ 番目の16QAMシンボルの信号点1802の情報系列は図19(a)、(b)、(c)または(d)の4通りに定まるというように、直前のQPSK変調シンボルの信号点によって16QAMシンボルの信号点の情報系列が定まる。

【0076】

このように、16QAM方式ではデータを伝送し、QPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の16QAMシンボルとQPSK変調シンボルの構成は、図18に限ったものではない。また、16QAM方式を例に説明したが $2^m$ 値QAM方式についても同様で、このとき8値以上の多値QAMは $2^m$ 値QAM方式に限ったものではない。

【0077】

以上のように本実施の形態によれば、8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入し、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは16QAM方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入する変調方式において、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、16QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、QPSK変調方式では、データを伝

送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0078】

なお、本実施の形態では、QPSK変調シンボル間で差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式、あるいは16QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、いずれもQPSK変調シンボル間で差動符号化したQPSK変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

【0079】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0080】

(実施の形態6)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0081】

8値以上の多値変調方式の一例である8相PSK変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態1の図2と同様である。図20は、同相I-直交Q平面において同相I軸および直交Q軸上に信号点をもつQPSK変調方式の信号点配置を示し、図20において1901は前記QPSK変調方式の信号点である。図15は、8相PSK変調シンボルと前記QPSK変調シンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。差動符号化した際の前記QPSK変調方式の信号点の情報系列配置の一例は、実施の形態4の図16と同様である。図21(a)、(b)、(c)および(d)は直前の前記QPSK変調シンボルの信号点と8相PSK変調方式の信号点の情報系列の関係の一例であり、図21において、2001は前記QPSK変調方式の信号点、2002は8相PSK変調方

式の信号点である。

【0082】

図1、図2、図15、図16、図20、図21を用いて、8値以上の多値変調方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入する変調方式において、前記QPSK変調シンボルでは差動符号化し、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

【0083】

8相PSK変調方式の信号点配置は図2に示したとおりで、実施の形態1の説明と同様である。

【0084】

図20は、同相I-直交Q平面における前記QPSK変調方式の信号点1901の配置を示しており、信号点1901の配置は、(数9)で表される。ただし、前記QPSK変調方式の信号点1901は $(I_{QPSK}, Q_{QPSK})$ で表し、 $(I_{QPSK}, Q_{QPSK})$ は(数2)で表され、 $n$ は整数とする。

【0085】

【数9】

$$\begin{aligned} I_{QPSK} &= I_{QPSK} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{QPSK} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \\ Q_{QPSK} &= I_{QPSK} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{QPSK} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

【0086】

図15は、 $N$ シンボル内における8相PSK変調シンボルと前記QPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、 $i$ 番目の前記QPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、 $i+N$ 番目の前記QPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、 $x-y$ 平面における $i+N$ 番目の位相 $\theta_{i+N}$ を(数3)とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図16のように定めることができる。

【0087】

図21は、直前の前記QPSK変調シンボルの信号点2001と8相PSK変



調方式の信号点2002の情報系列の関係の一例を示したものである。i番目の前記QPSK変調シンボルの信号点2001と $i+1$ から $i+N-1$ 番目の8相PSK変調シンボルの信号点2002の情報系列は、図21(a)、(b)、(c)または(d)のように、直前の前記QPSK変調シンボルの信号点によって8相PSK変調シンボルの信号点の情報系列が定まる。

#### 【0088】

このように、8相PSK変調方式ではデータを伝送し、前記QPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の8相PSK変調シンボルと前記QPSK変調シンボルの構成は図15に限ったものではない。また、8値以上の多値変調方式の例として8相PSK変調方式で説明したが、8値以上の多値変調方式はこれに限ったものではない。

#### 【0089】

以上のように本実施の形態によれば、8値以上の多値変調方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入し、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、前記QPSK変調方式では、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0090】

なお、本実施の形態では、前記QPSK変調シンボル間で差動符号化し、8値以上の多値変調方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、前記QPSK変調シンボル間で差動符号化したQPSK変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

#### 【0091】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

#### 【0092】

##### (実施の形態7)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

#### 【0093】

8値以上の多値QAM方式の一例である $2^{2m}$ 値QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態2の図7と同様である。同相I-直交Q平面において同相I軸および直交Q軸上に信号点をもつQPSK変調方式の信号点配置は、実施の形態6の図20と同様である。16QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態2の図8と同様である。図18は、16QAMシンボルと前記QPSK変調シンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。差動符号化した際の前記QPSK変調方式の信号点の情報系列配置の一例は、実施の形態4の図16と同様である。図22(a)、(b)、(c)および(d)は直前の前記QPSK変調シンボルの信号点と16QAMの信号点の情報系列の関係の一例であり、図22において、2101は前記QPSK変調方式の信号点、2102は16QAM方式の信号点である。

#### 【0094】

図1、図7、図8、図16、図18、図20、図22を用いて、8値以上の多値QAM方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入する変調方式において、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは16QAM方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入する変調方式において、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、16QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

#### 【0095】

$2^{2m}$ 値QAM方式の信号点配置は図7に示したとおりで、実施の形態2の説明

と同様である。16QAM方式の信号点配置は図8に示したとおりで、実施の形態2の説明と同様である。前記QPSK変調方式の信号点配置は図20に示したとおりで、実施の形態6の説明と同様である。

## 【0096】

図18は、Nシンボル内における16QAMシンボルと前記QPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、 $i$ 番目の前記QPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、 $i+N$ 番目の前記QPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、 $x-y$ 平面における $i+N$ 番目の位相を $\theta_{i+N}$ を(数3)とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図16のように定めることができる。

## 【0097】

図22は、直前の前記QPSK変調シンボルの信号点2101と16QAM方式の信号点2102の情報系列の関係の一例を示したものである。 $i$ 番目の前記QPSK変調シンボルの信号点2101と $i+1$ から $i+N-1$ 番目の16QAMシンボルの信号点2102の情報系列は、図22(a)、(b)、(c)または(d)のように、直前の前記QPSK変調シンボルの信号点によって16QAMシンボルの信号点の情報系列が定まる。

## 【0098】

このように、16QAM方式ではデータを伝送し、前記QPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の16QAMシンボルと前記QPSK変調シンボルの構成は図18に限ったものではない。また、16QAM方式を例に説明したが $2^{2^m}$ 値QAM方式についても同様で、このとき8値以上の多値QAMは $2^{2^m}$ 値QAM方式に限ったものではない。

## 【0099】

以上のように本実施の形態によれば、8値以上の多値QAM方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入し、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調

シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは16QAM方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入し、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、16QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、前記QPSK変調方式では、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

## 【0100】

なお、本実施の形態では、前記QPSK変調シンボル間で差動符号化し、8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式、あるいは16QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、いずれも前記QPSK変調シンボル間で差動符号化したQPSK変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

## 【0101】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

## 【0102】

## (実施の形態8)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

## 【0103】

同相I-直交Q平面において8値以上の多値QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値QAM方式の一例である同相I-直交Q平面において $2^{2^m}$ 値QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態3の図1.1と同様である。同相I-直交Q平面におけるQPSK変調方式の信号点配置は、実施の形態4

の図14と同様である。同相I-直交Q平面において16QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた16QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態3の図12と同様である。図18は、前記16QAMシンボルとQPSK変調シンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。差動符号化した際のQPSK変調方式の信号点の情報系列配置の一例は、実施の形態4の図16と同様である。図23(a)、(b)、(c)および(d)は直前のQPSK変調シンボルの信号点と前記16QAMの信号点の情報系列の関係の一例であり、図23において、2201はQPSK変調方式の信号点、2202は前記16QAM方式の信号点である。

#### 【0104】

図1、図11、図12、図14、図16、図18、図23を用いて、前記8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入する変調方式において、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、前記8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは前記16QAM方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入する変調方式において、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、前記16QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

#### 【0105】

前記2<sup>m</sup>値QAM方式の信号点配置は図11に示したとおりで、実施の形態3の説明と同様である。前記16QAM方式の信号点配置は図12に示したとおりで、実施の形態3の説明と同様である。QPSK変調方式の信号点配置は、図14に示したとおりで、実施の形態4の説明と同様である。

#### 【0106】

図18は、Nシンボル内における前記16QAMシンボルとQPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、i番目のQPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、i+N番目のQPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、x-y平面におけるi+N番目の位相 $\theta_{i+N}$ を(数3)とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図16のよう

に定めることができる。

【0107】

図23は、直前のQPSK変調シンボルの信号点2201と前記16QAM方式の信号点2202の情報系列の関係の一例を示したものである。i番目のQPSK変調シンボルの信号点2201とi+1からi+N-1番目の前記16QAMシンボルの信号点2202の情報系列は、図23(a)、(b)、(c)または(d)のように、直前のQPSK変調シンボルの信号点によって前記16QAMシンボルの信号点の情報系列が定まる。

#### 【0108】

このように、前記16QAM方式ではデータを伝送し、QPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の前記16QAMシンボルとQPSK変調シンボルの構成は図18に限ったものではない。また、前記16QAM方式を例に説明したが前記 $2^m$ 値QAM方式についても同様で、このとき前記8値以上の多値QAMは前記 $2^m$ 値QAM方式に限ったものではない。

#### 【0109】

以上のように本実施の形態によれば、前記8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入し、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、前記8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは前記16QAM方式の中に、定期的にQPSK変調方式を挿入し、QPSK変調シンボル間では差動符号化し、前記16QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、QPSK変調方式では、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0110】

なお、本実施の形態では、QPSK変調シンボル間で差動符号化し、前記8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号

点位置を基準に配置する方式、あるいは前記16QAM方式の信号点の情報系列を直前のQPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、いずれもQPSK変調シンボル間で差動符号化したQPSK変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

#### 【0111】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

#### 【0112】

##### (実施の形態9)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

#### 【0113】

同相I-直交Q平面において8値以上の多値QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値QAM方式の一例である同相I-直交Q平面において $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2m}$ 値QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態3の図11と同様である。同相I-直交Q平面において同相I軸および直交Q軸上に信号点をもつQPSK変調方式の信号点配置は、実施の形態6の図20と同様である。同相I-直交Q平面において16QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた16QAM方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は、実施の形態3の図12と同様である。図18は、前記16QAMシンボルと前記QPSK変調シンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。差動符号化した際の前記QPSK変調方式の信号点の情報系列配置の一例は、実施の形態4の図16と同様である。図24(a)、(b)、(c)および(d)は直前の前記QPSK変調シンボルの信号点と前記16QAMの信号点の情報系列の関係の一例であり、図24において、2301は前記QPSK変調方式の信号点、2302は前記16QAM方式の信号点である。

#### 【0114】

図1、図11、図12、図16、図18、図20、図24を用いて、前記8値



以上の多値QAM方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入する変調方式において、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、前記8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは前記16QAM方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入する変調方式において、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、前記16QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式について説明する。

## 【0115】

前記 $2^m$ 値QAM方式の信号点配置は図11に示したとおりで、実施の形態3の説明と同様である。前記16QAM方式の信号点配置は図12に示したとおりで、実施の形態3の説明と同様である。前記QPSK変調方式の信号点配置は図20に示したとおりで、実施の形態6の説明と同様である。

## 【0116】

図18は、Nシンボル内における前記16QAMシンボルと前記QPSK変調シンボルの構成の一例を示したものである。このとき、 $i$ 番目の前記QPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_i$ 、 $i+N$ 番目の前記QPSK変調シンボルの同相I-直交Q平面における位相を $\phi_{i+N}$ とすると、 $x-y$ 平面における $i+N$ 番目の位相 $\theta_{i+N}$ を(数3)とすると、 $\theta_{i+N}$ により情報系列を図16のように定めることができる。

## 【0117】

図24は、直前の前記QPSK変調シンボルの信号点2301と前記16QAM方式の信号点2302の情報系列の関係の一例を示したものである。 $i$ 番目の前記QPSK変調シンボルの信号点2301と $i+1$ から $i+N-1$ 番目の前記16QAMシンボルの信号点2302の情報系列は、図24(a)、(b)、(c)または(d)のように、直前の前記QPSK変調シンボルの信号点によって前記16QAMシンボルの信号点の情報系列が定まる。

## 【0118】

このように、前記16QAM方式ではデータを伝送し、前記QPSK変調方式ではデータを伝送すると同時に復調側ではパイロットシンボルとして送受信機間

の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定し、準同期検波を行う。ここで、Nシンボル中の前記16QAMシンボルと前記QPSK変調シンボルの構成は図18に限ったものではない。また、前記16QAM方式を例に説明したが前記2<sup>m</sup>値QAM方式についても同様で、このとき前記8値以上の多値QAMは前記2<sup>m</sup>値QAM方式に限ったものではない。

#### 【0119】

以上のように本実施の形態によれば、前記8値以上の多値QAM方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入し、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、前記8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式、あるいは前記16QAM方式の中に、定期的に前記QPSK変調方式を挿入し、前記QPSK変調シンボル間では差動符号化し、前記16QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する変調方式で、前記QPSK変調方式では、データを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知データをパイロットシンボルとする方式に比べて、データ伝送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0120】

なお、本実施の形態では、前記QPSK変調シンボル間で差動符号化し、前記8値以上の多値QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式、あるいは前記16QAM方式の信号点の情報系列を直前の前記QPSK変調シンボルの信号点位置を基準に配置する方式を説明したが、いずれも前記QPSK変調シンボル間で差動符号化したQPSK変調シンボルを挿入すれば同様の効果が得られる。

#### 【0121】

また、このような変調方式を用いることにより、データ伝送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

#### 【0122】

## 【実施例】

次に、本発明について具体的にシミュレーションを行った例を説明する。

## 【0123】

本実施例では、多値QAM方式の一例として16QAM方式を選択し、パイロットシンボルの挿入方法について、従来のシンボル挿入方式と本発明によるQPSK変調シンボル挿入方式の2つの方法を比較検討した結果を示す。その際、既知またはQPSK変調シンボル長を1とし、データシンボル長を $n$ とした。

## 【0124】

従来のシンボル挿入方式は、16QAMの最大信号点振幅の一信号点をパイロットシンボルとした方法で、受信側では、16QAMを準同期検波する。

## 【0125】

本発明によるQPSK変調シンボルの挿入方式は、QPSK変調シンボルを、パイロットシンボルとすると同時にデータ伝送を行う方法で、16QAMのマッピングは直前のQPSK変調シンボルに依存する。また、QPSK変調シンボル同士は差動符号化する。受信側では、16QAMを準同期検波し、QPSKを遅延検波する。

## 【0126】

図25は本実施例による変調方式の1ビットあたりの信号エネルギー( $E_b$ )に対する雑音電力密度( $N_0$ )におけるビット誤り率(BER: Bit Error Ratio)特性図を示し、上述の方法において、 $n=1, 7, 15$ としたときのそれぞれの特性を示す。図25より、既知である従来のシンボル挿入方式と本発明のQPSK変調シンボル挿入方式のデータシンボル長が等しい場合を比較すると、QPSK変調シンボル挿入方式は、QPSK変調シンボルでデータ伝送を行う分、データ伝送効率が優れており、BER特性が優れていることがわかる。

## 【0127】

## 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、8値以上の多値変調方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、前記PSK変調方式のシンボル間では差動符号化することで、PSK変調方式においてデータを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周

波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとして準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態による無線通信システムの構成概念図

【図2】

本発明の一実施の形態による8相PSK変調方式の信号点配置図

【図3】

本発明の一実施の形態によるBPSK変調方式の信号点配置図

【図4】

本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図5】

本発明の一実施の形態による差動符号化した際のx-y平面におけるBPSK変調方式の信号点と情報系列の関係の一例を示す概念図

【図6】

本発明の一実施の形態によるBPSK変調方式の信号点と8相PSK変調方式の信号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図7】

本発明の一実施の形態による $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点配置図

【図8】

本発明の一実施の形態による16QAM方式の信号点配置図

【図9】

本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図10】

本発明の一実施の形態によるBPSK変調方式の信号点と16QAM方式の信号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図11】

本発明の一実施の形態による $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点配置図

【図12】

本発明の一実施の形態による16QAM方式の信号点配置図

【図13】

本発明の一実施の形態によるBPSK変調方式の信号点と16QAM方式の信号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図14】

本発明の一実施の形態によるQPSK変調方式の信号点配置図

【図15】

本発明の一実施の形態によるNシンボル内の8相PSK変調シンボルとQPSK変調シンボルの構成の一例を示す概念図

【図16】

本発明の一実施の形態による差動符号化した際のx-y平面におけるQPSK変調方式の信号点と情報系列の関係の一例を示す概念図

【図17】

本発明の一実施の形態によるQPSK変調方式の信号点と8相PSK変調方式の信号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図18】

本発明の一実施の形態によるNシンボル内の16QAMシンボルとQPSK変調シンボルの構成の一例を示す概念図

【図19】

本発明の一実施の形態によるQPSK変調方式の信号点と16QAM方式の信号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図20】

本発明の一実施の形態によるQPSK変調方式の信号点配置図

【図21】

本発明の一実施の形態によるQPSK変調方式の信号点と8相PSK変調方式の信号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図22】

本発明の一実施の形態によるQPSK変調方式の信号点と16QAM方式の信

号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図23】

本発明の一実施の形態によるQPSK変調方式の信号点と16QAM方式の信号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図24】

本発明の一実施の形態によるQPSK変調方式の信号点と16QAM方式の信号点および情報系列の関係の一例を示す概念図

【図25】

本発明の一本実施例による変調方式の1ビットあたりの信号エネルギーに対する雑音電力密度におけるビット誤り率特性図

【図26】

従来の伝送される信号のフレーム構成図

【符号の説明】

- 1 1 送信デジタル信号
- 1 2 直交ベースバンド変調部
- 1 3 送信直交ベースバンド信号同相成分
- 1 4 送信直交ベースバンド信号直交成分
- 1 5 送信無線部
- 1 6 送信信号
- 1 7、2 1 アンテナ
- 2 2 受信無線部
- 2 3 受信直交ベースバンド信号同相成分
- 2 4 受信直交ベースバンド信号直交成分
- 2 5 振幅歪み量推定部
- 2 6 周波数オフセット量推定部
- 2 7 振幅歪み量推定信号
- 2 8 周波数オフセット量推定信号
- 2 9 準同期検波部
- 3 0 受信デジタル信号

101、502、1602、1801、2002 8相PSK変調方式の信号点

201、501、901、1201 BPSK変調方式の信号点

601  $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点

701、902、1802、2102 16QAM方式の信号点

1001 同相I-直交Q平面において $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2m}$ 値QAM方式の信号点

1101、1202、2202、2302 同相I-直交Q平面において16QAM方式の信号点を $\pi/4$ ラジアン回転させた16QAM方式の信号点

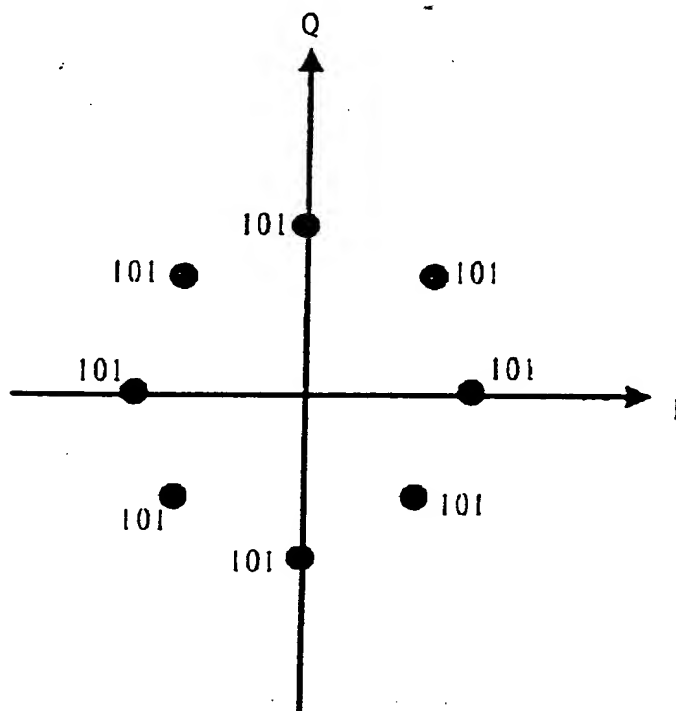
1301、1601、2201 QPSK変調方式の信号点

1901、2001、2101、2301 同相I-直交Q平面において同相I軸および直交Q軸上に信号点をもつQPSK変調方式の信号点

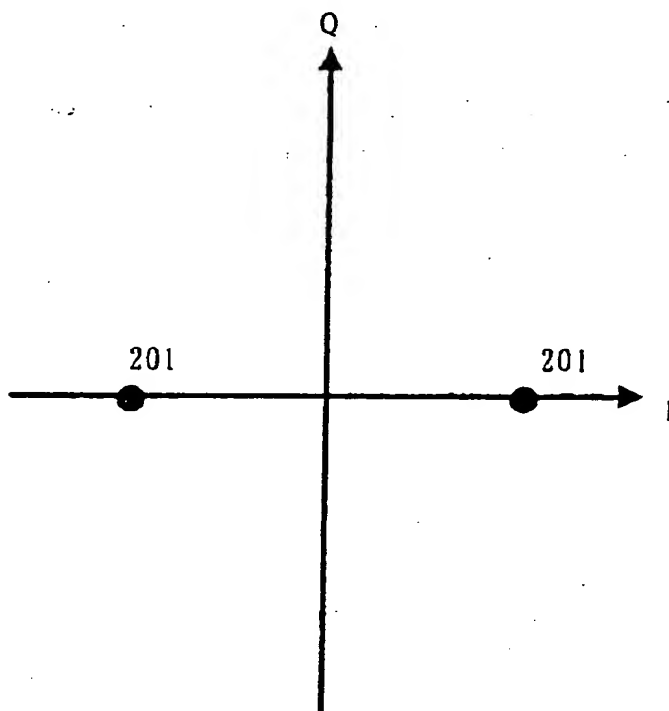




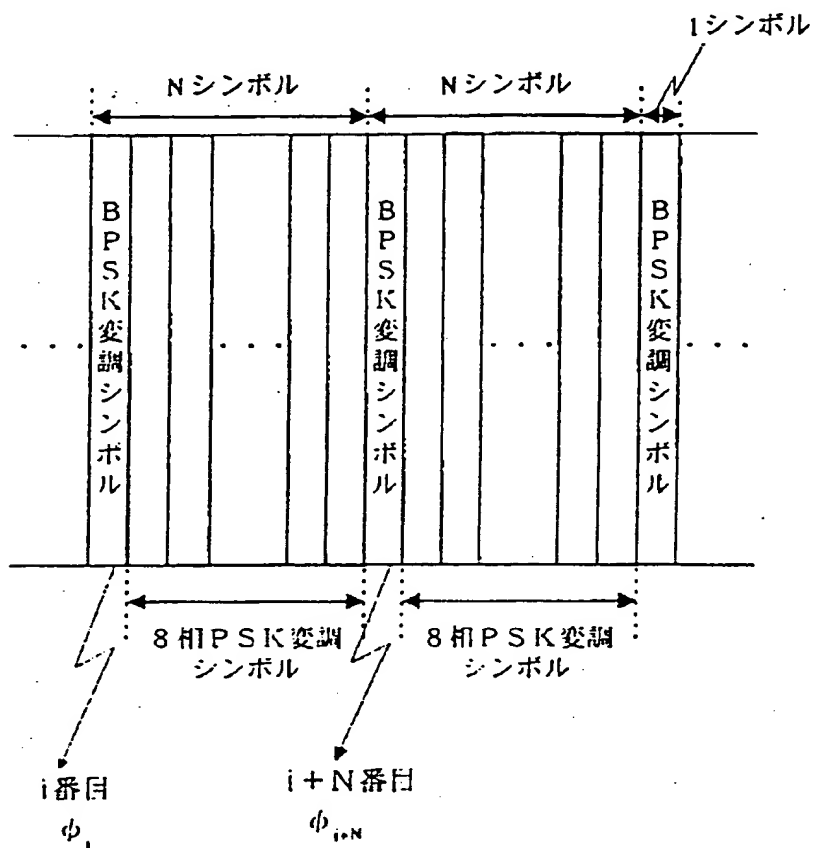
【図2】



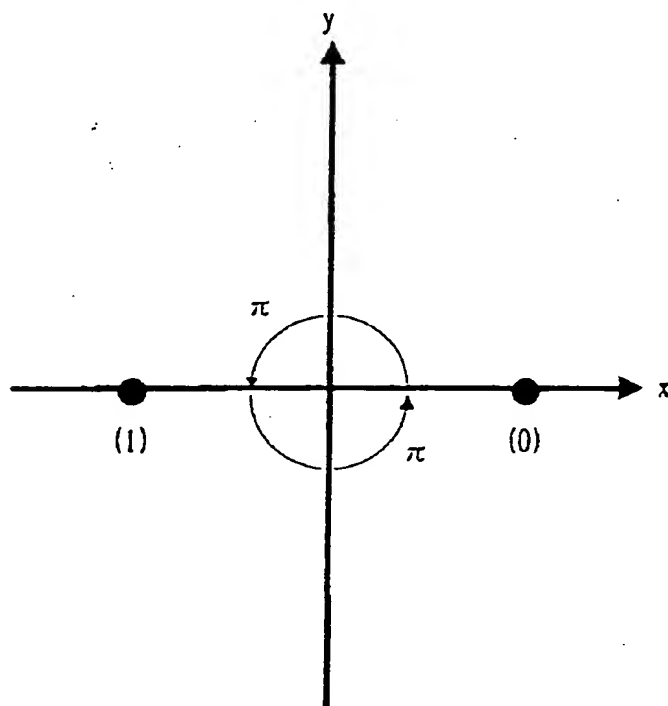
【図 3】



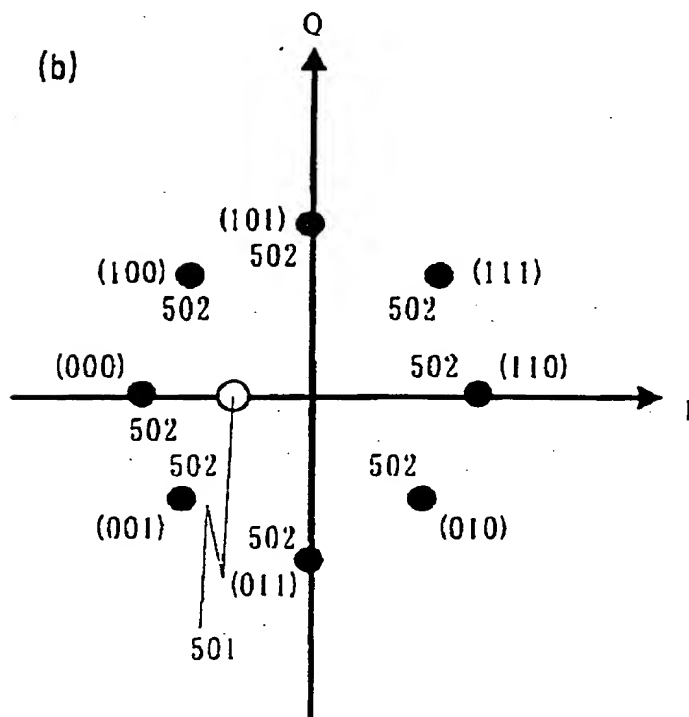
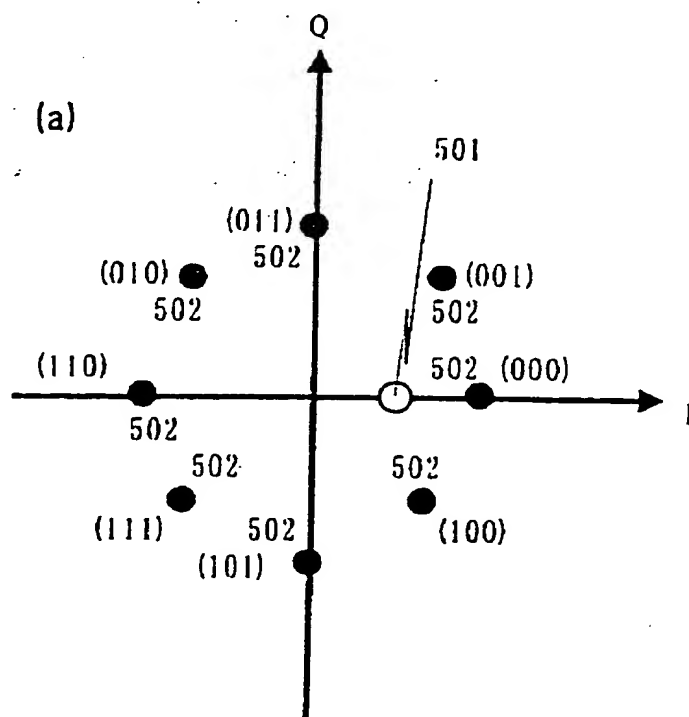
【図4】



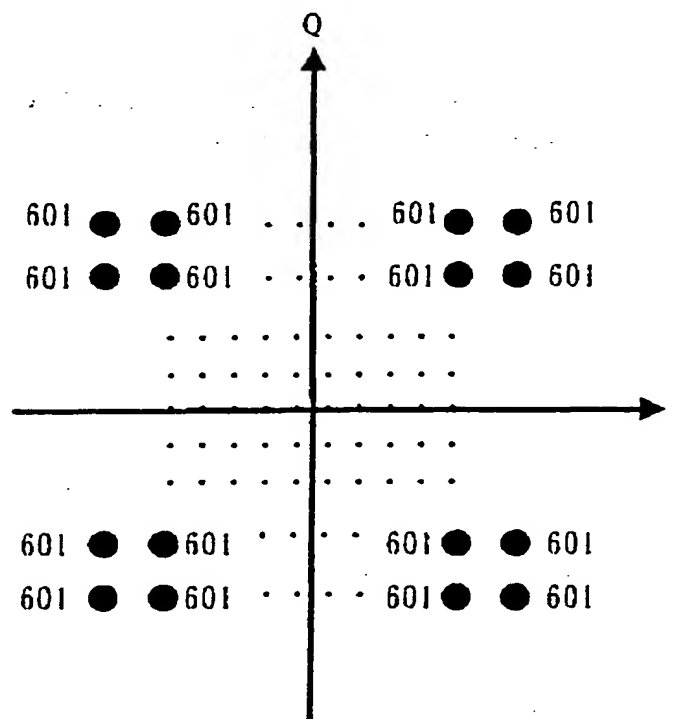
【図 5】



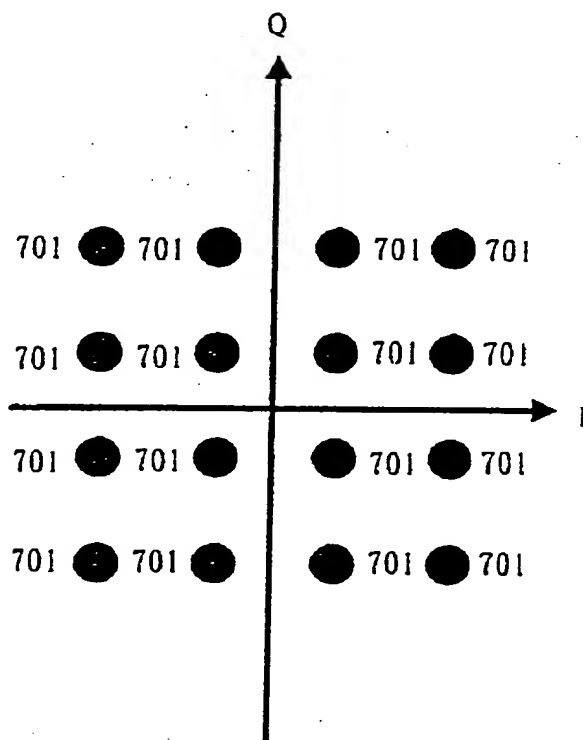
【図6】



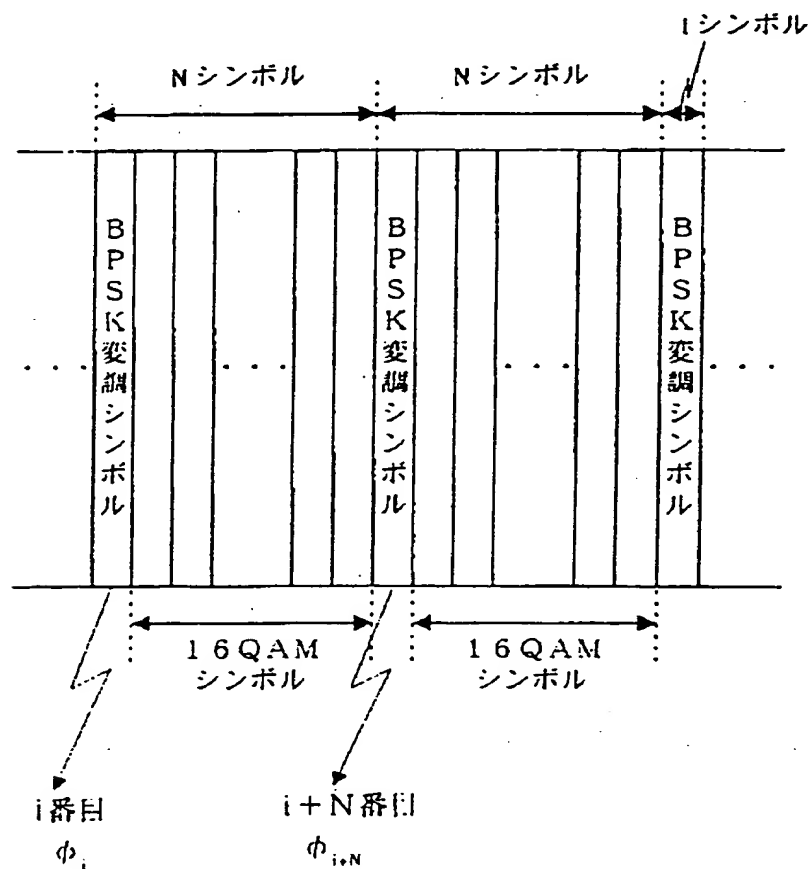
【図7】



【図8】

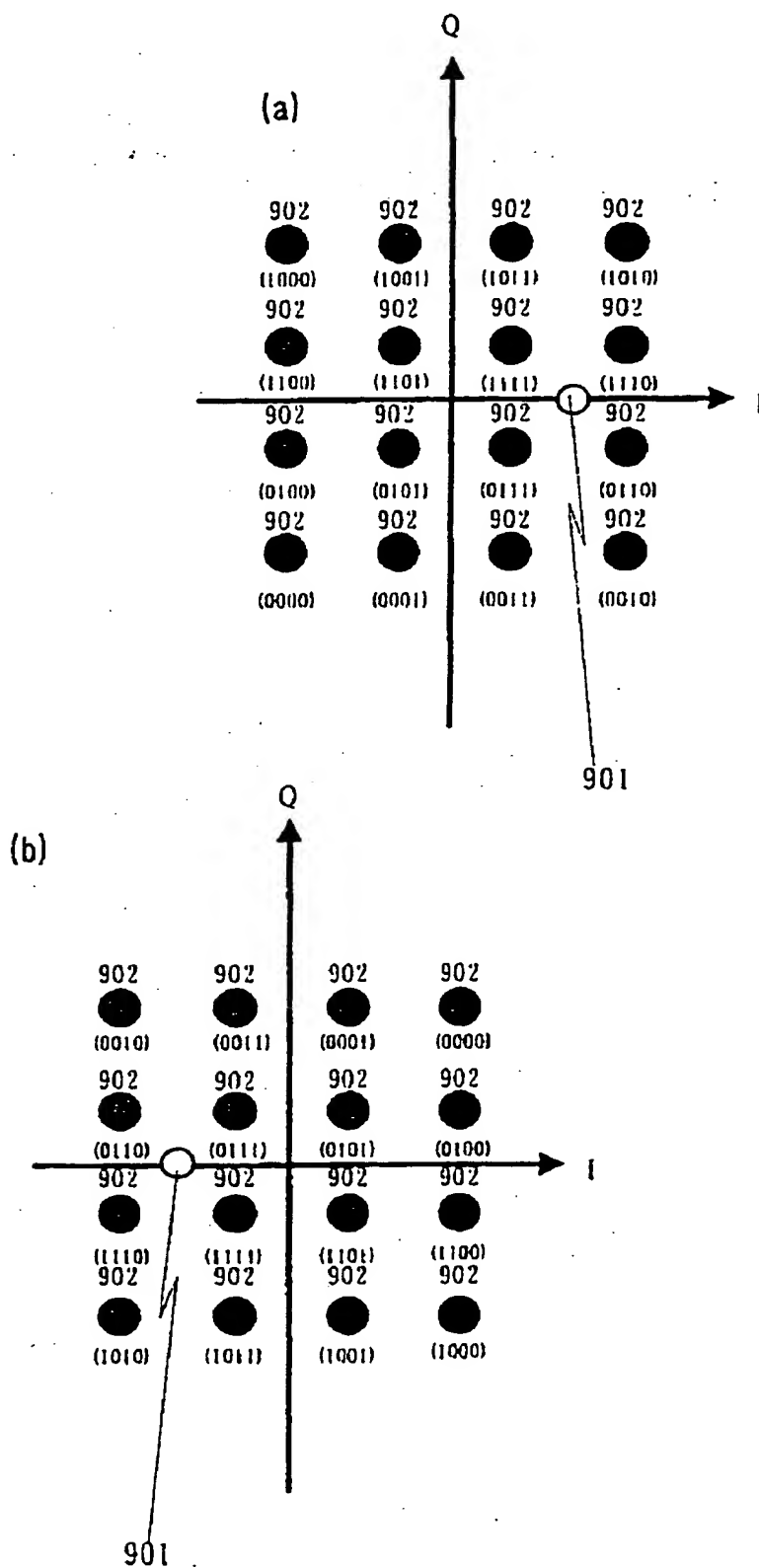


【図9】

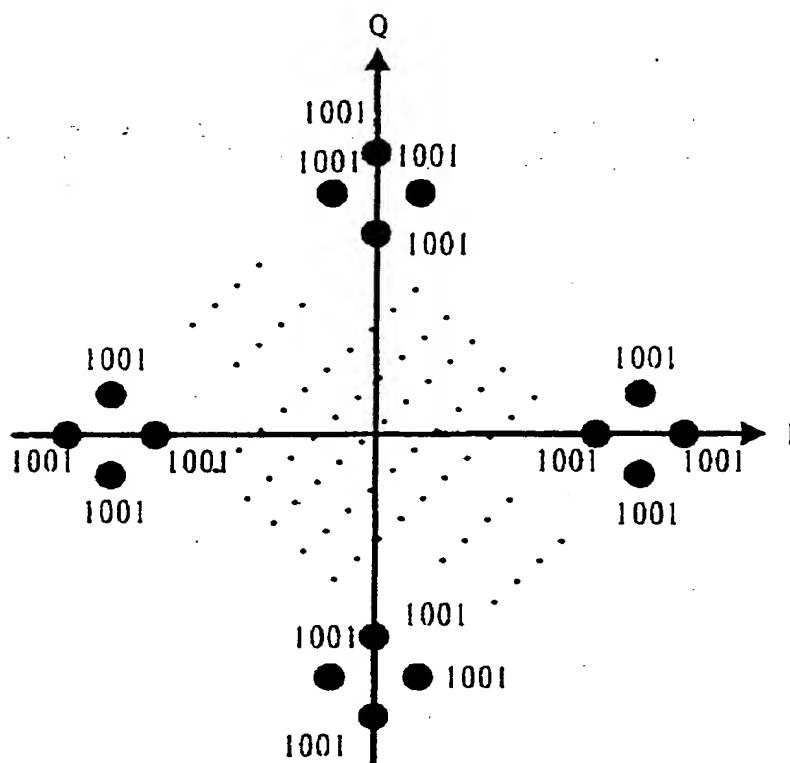




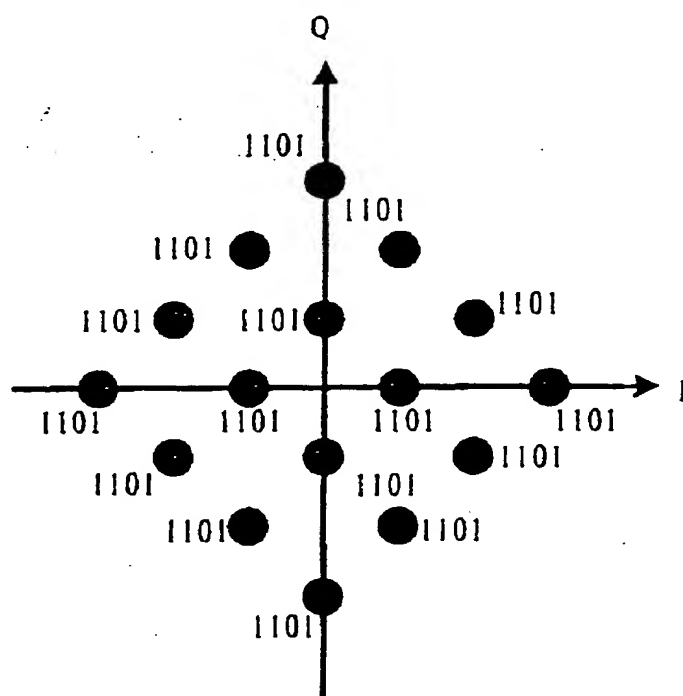
【図10】



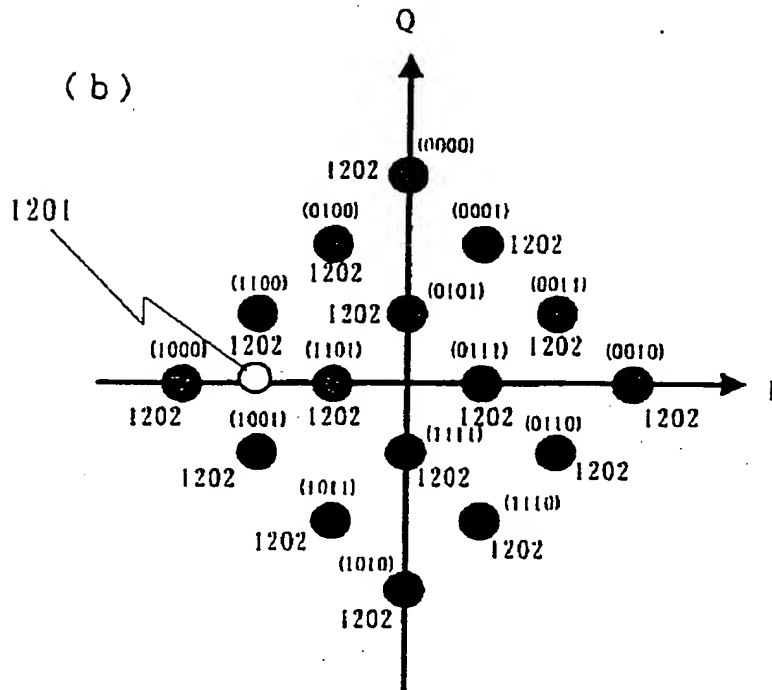
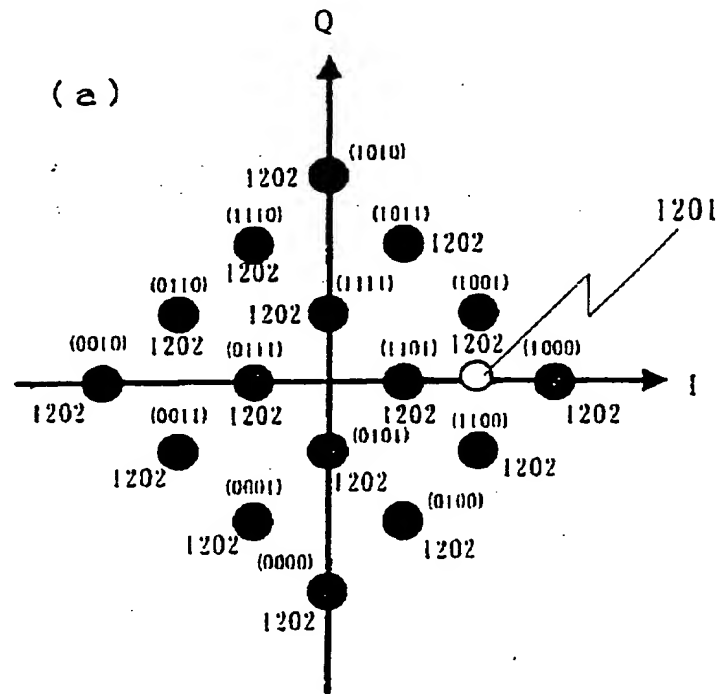
【図11】



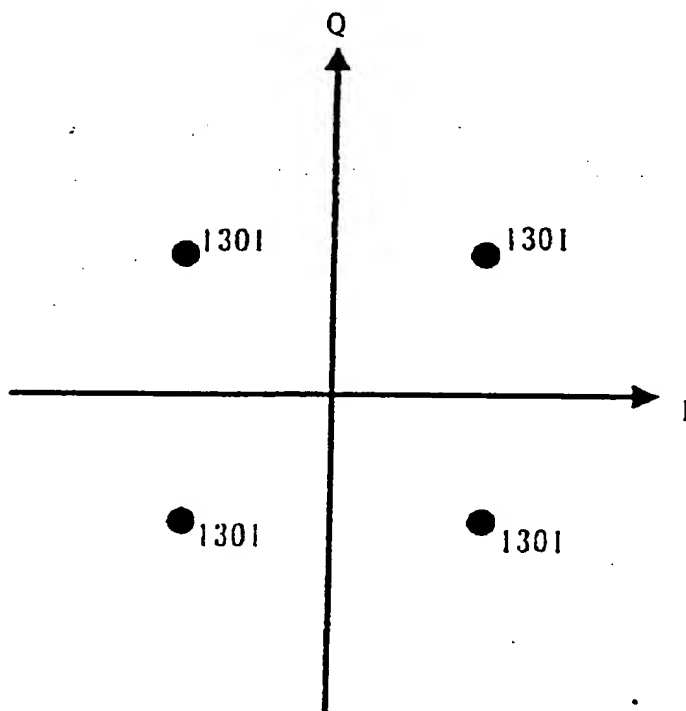
【図 1 2】



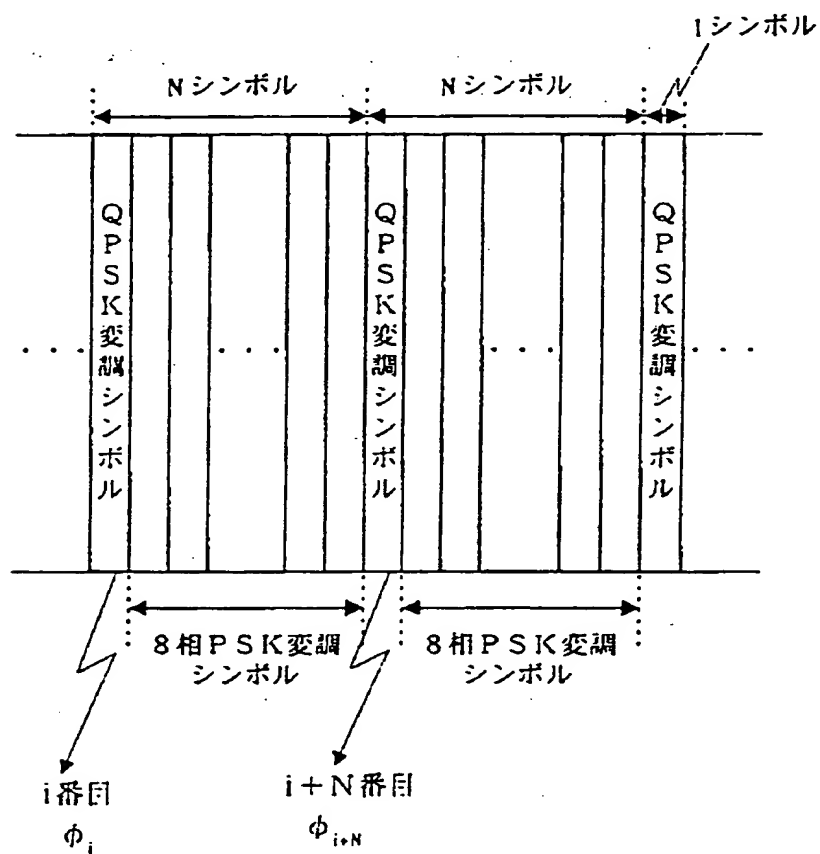
【図13】



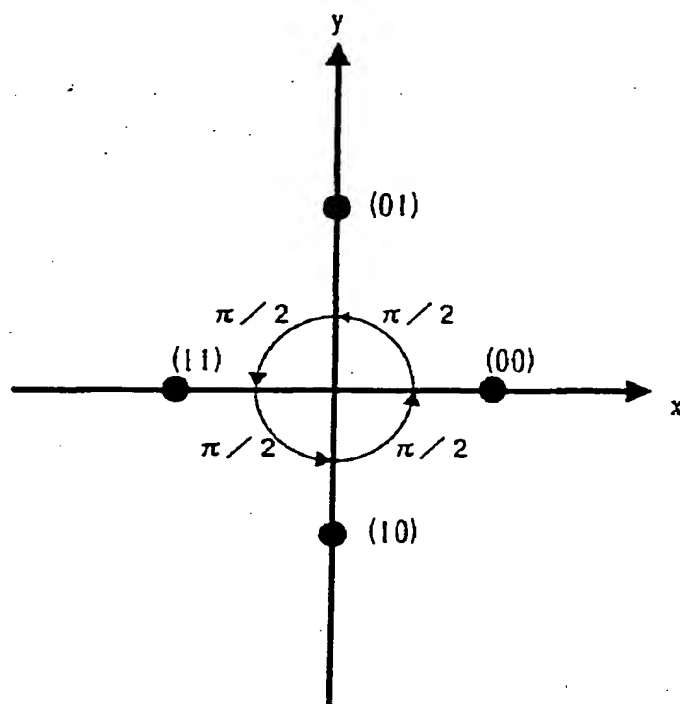
【図14】



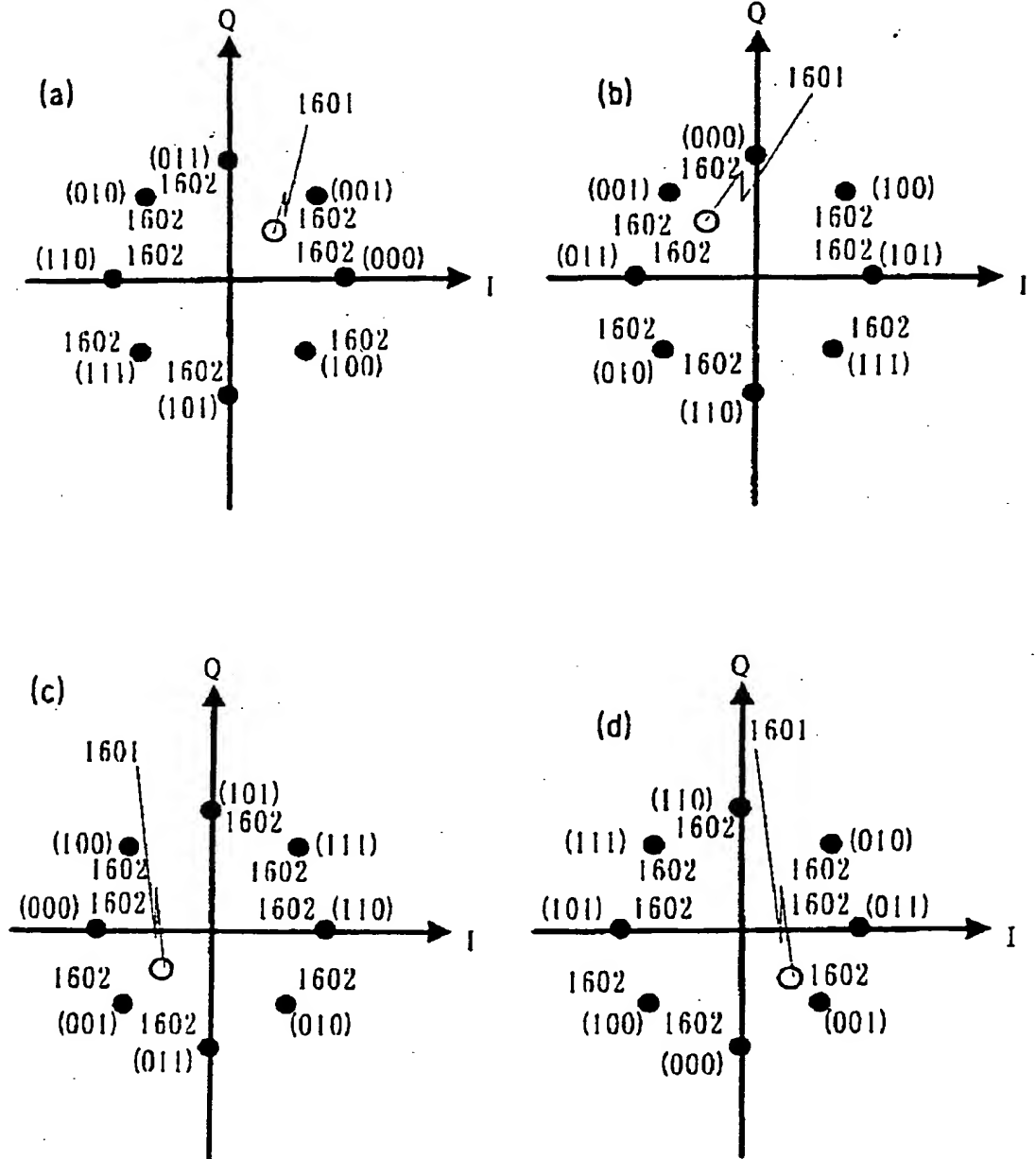
【図15】



【図16】

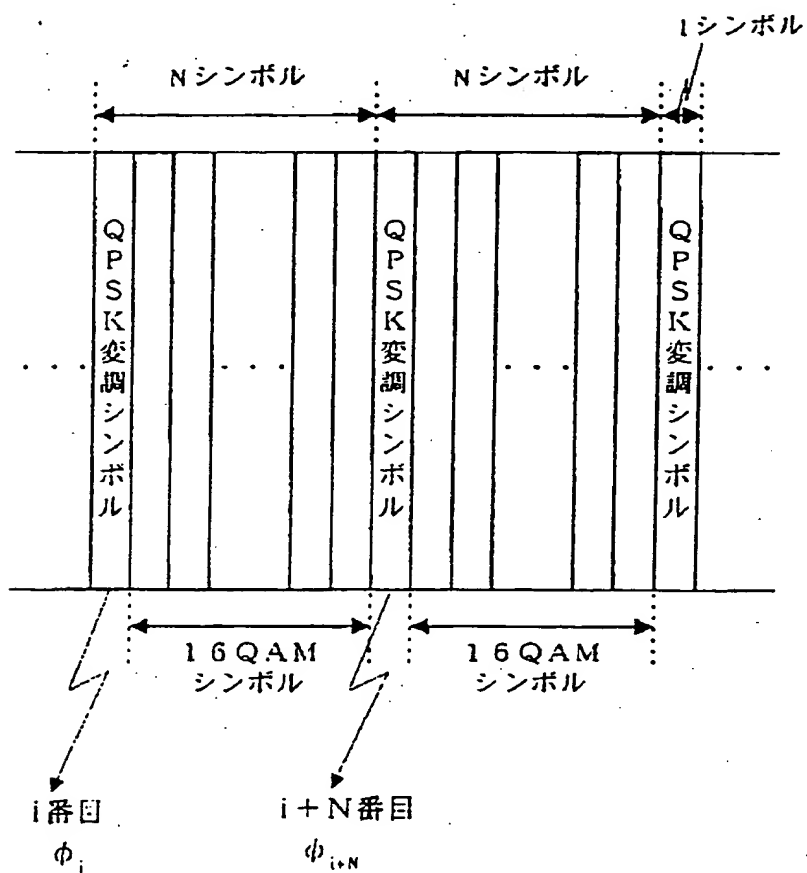


【図17】

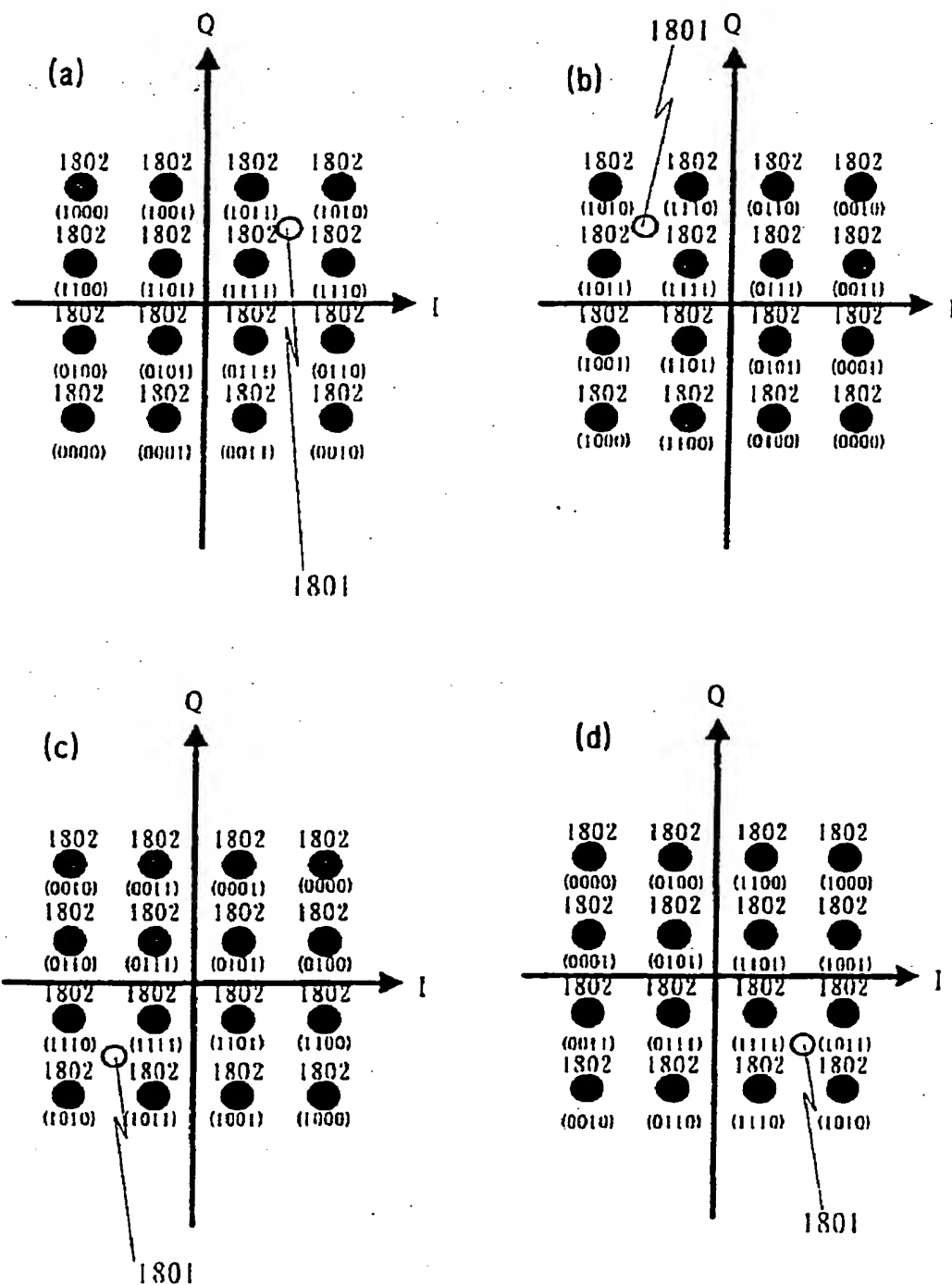




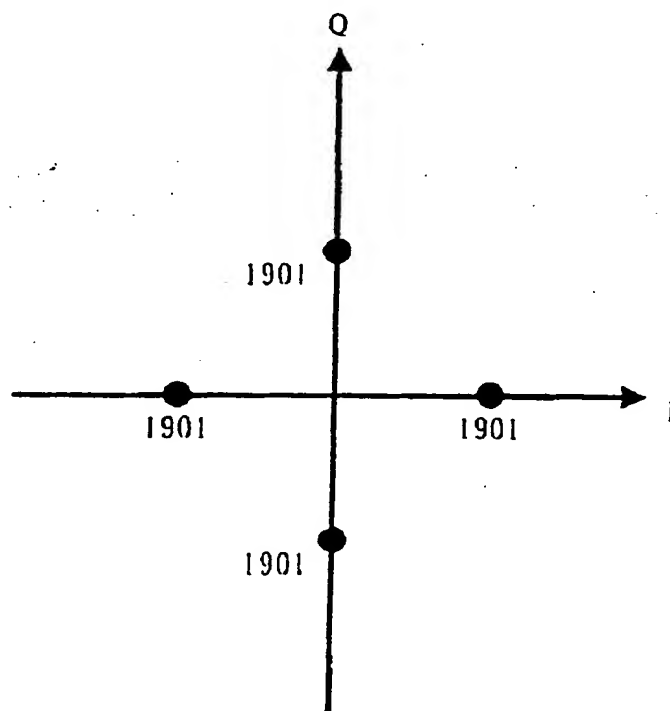
【図18】



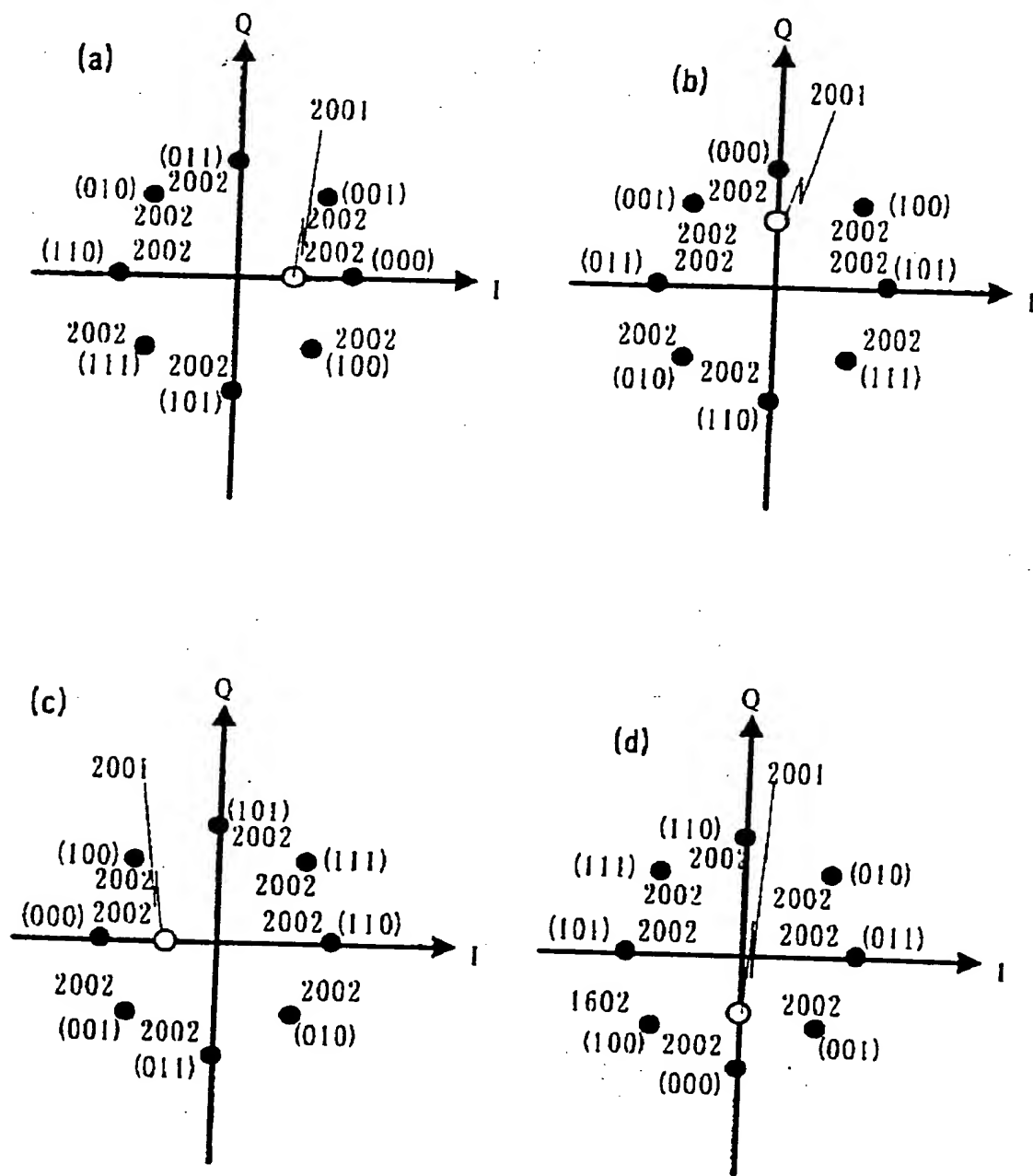
【図19】



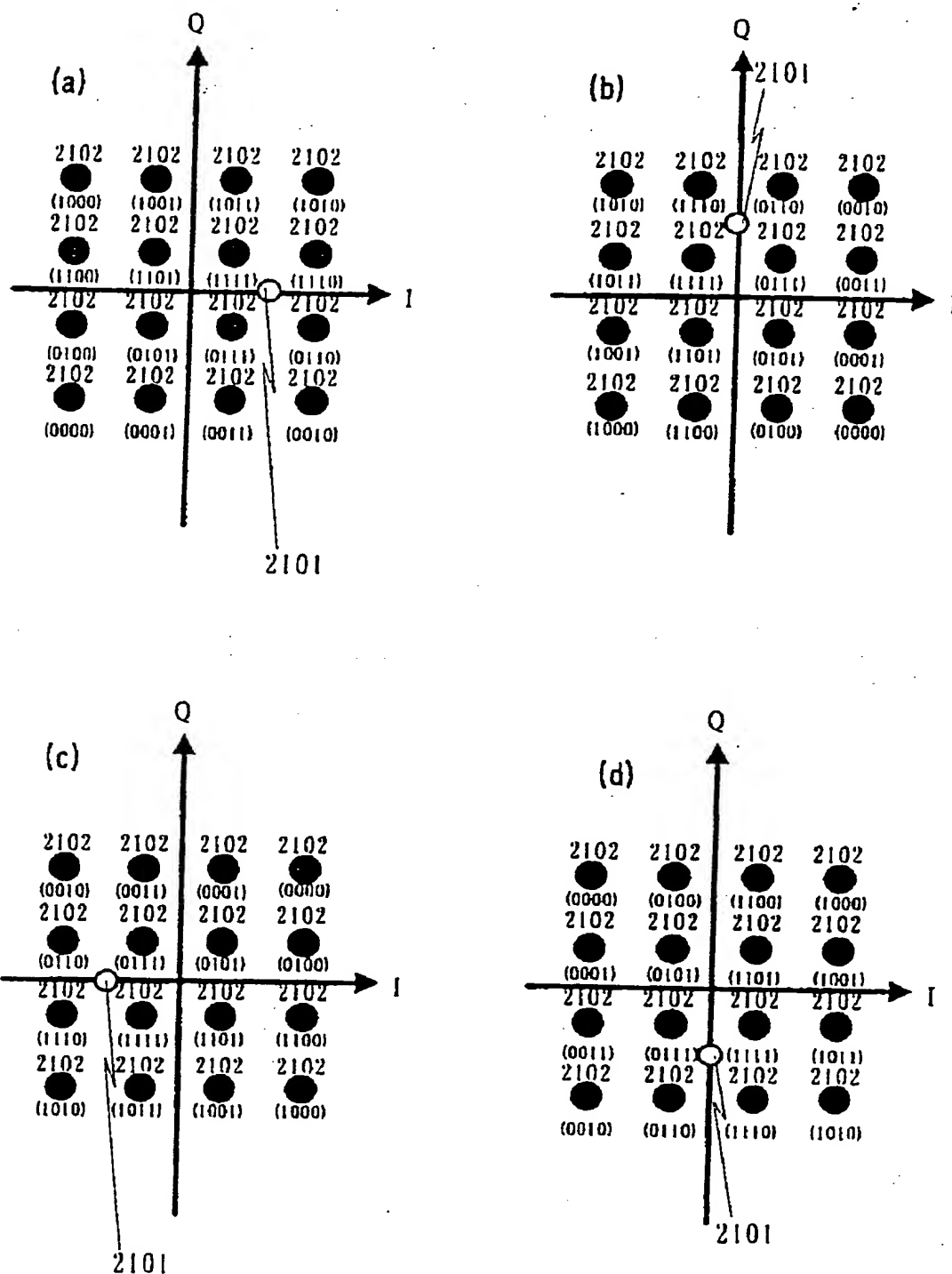
【図 20】



【図 2 1】

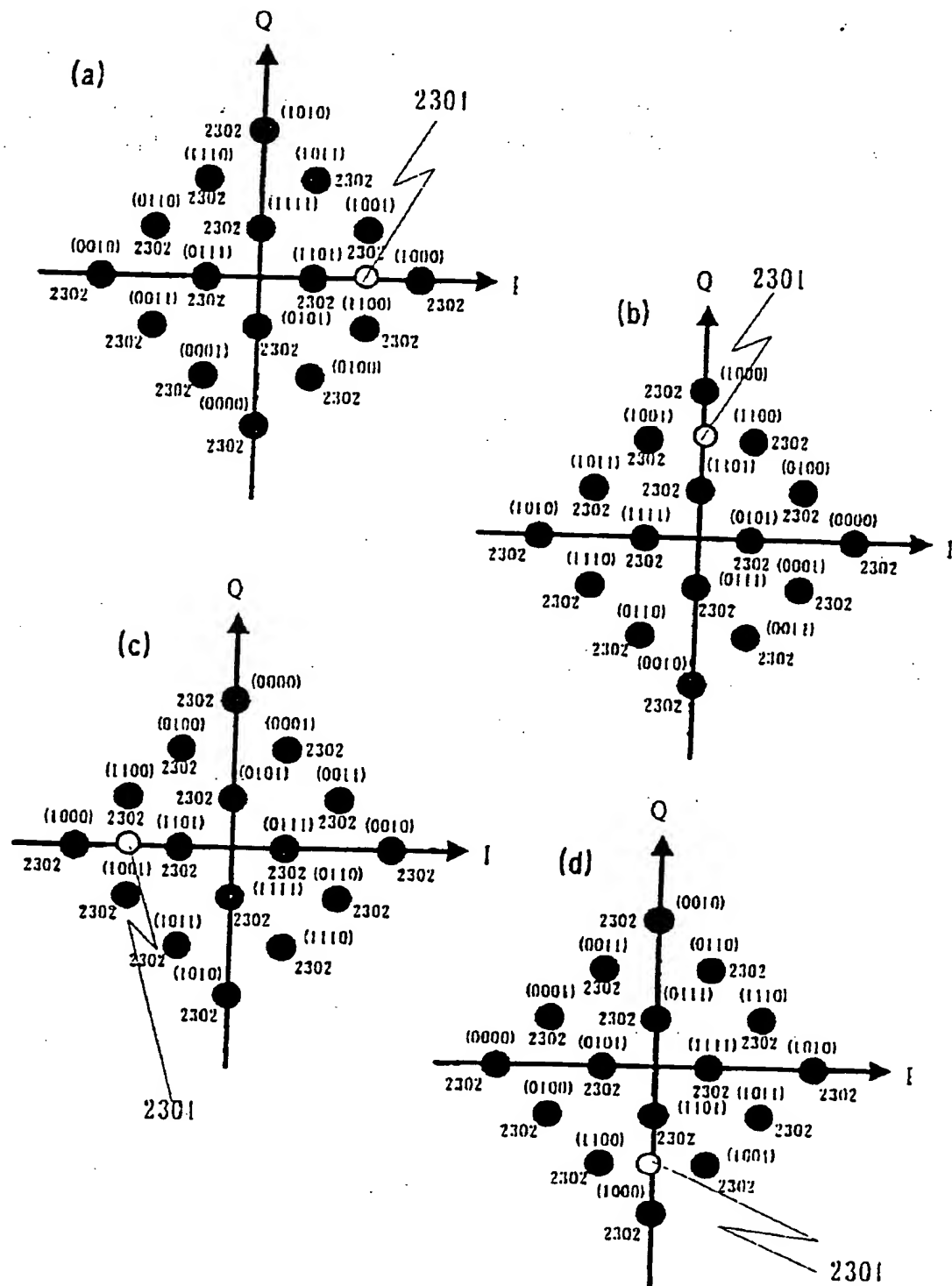


【図 2 2】

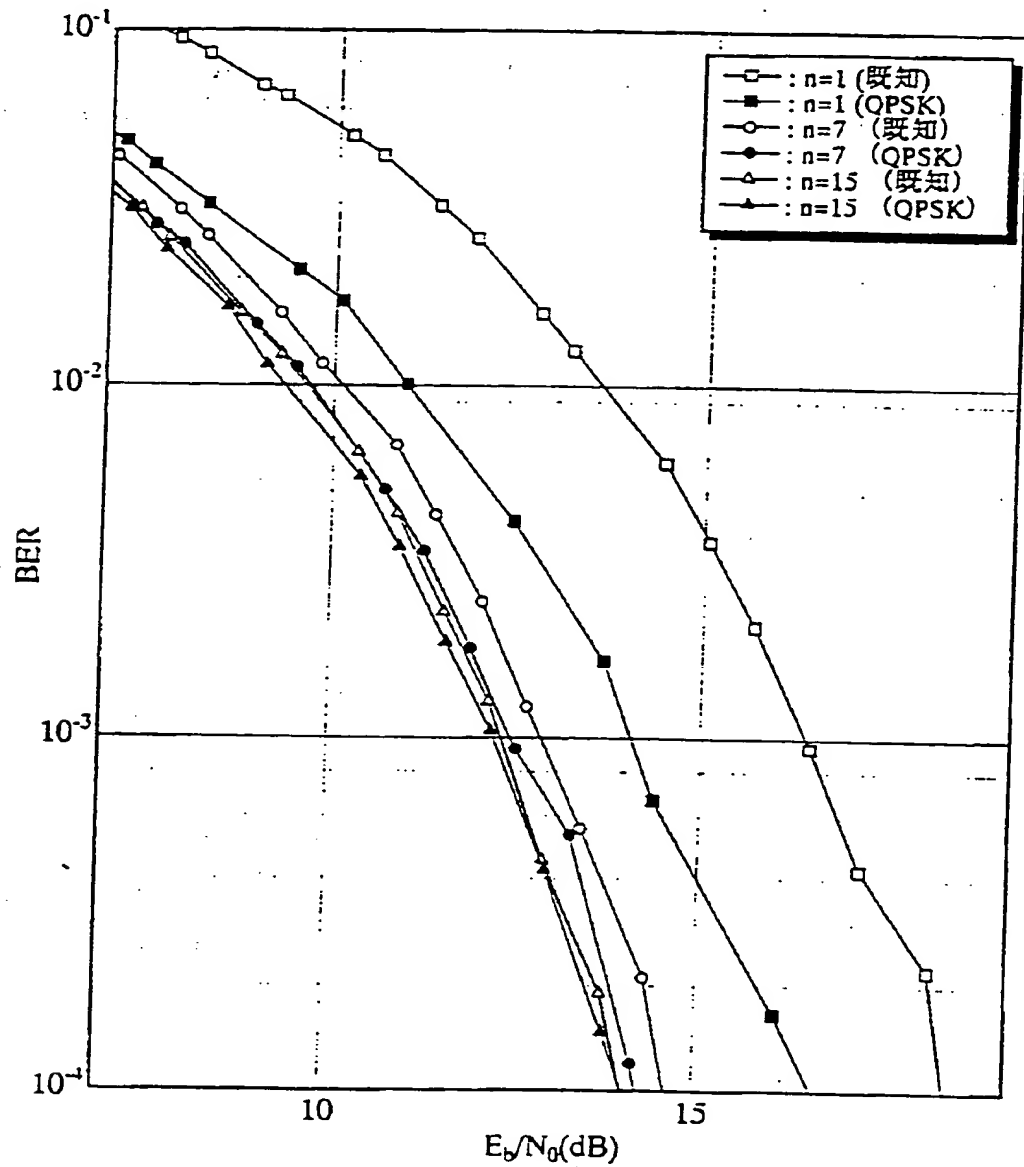




【図24】

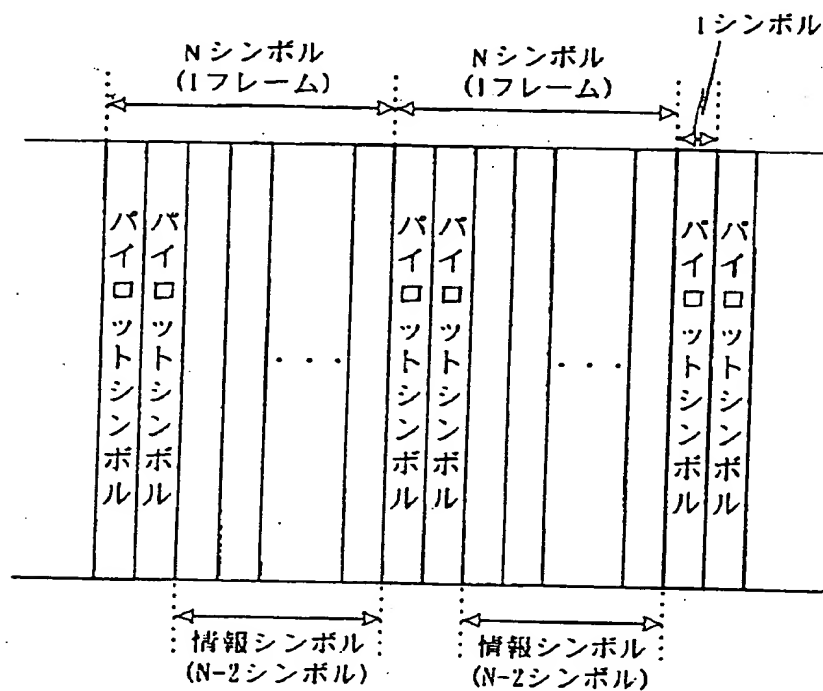


【図25】





【図26】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 無線通信に用いられるディジタル変調方式とそれを用いた無線通信システムにおいて、データの伝送と同時にパイロットシンボルとしての役割をもたせることにより、データ伝送量の低下を抑えることを目的とする。

【解決手段】 8値以上の多値変調方式の中に、定期的にPSK変調方式を挿入し、PSK変調方式のシンボル間では差動符号化することで、PSK変調方式においてデータを伝送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとして準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ伝送量の低下を抑えることができる。

【選択図】 図4

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

〈認定情報・付加情報〉

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100078204

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 松下電器産業株式  
会社内

【氏名又は名称】 滝本 智之

【選任した代理人】

【識別番号】 100097445

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地 松下電器産業  
株式会社内

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
氏 名 松下電器産業株式会社